

博士學位論文

内容の要旨
および
審査結果の要旨

甲 第 11 号

甲 第 12 号

平成 30 年 度

東京都市大学

序

本編は学位規則（昭和 28 年 4 月 1 日文部省令第 9 号）第 8 条による公表を目的として、平成 30 年度内に本学において博士の学位を授与した者の、論文内容の要旨および論文審査の結果の要旨を収録したものである。

氏 名（本籍）	伊東 日向（神奈川県）			
学 位 の 種 類	博 士（環境情報学）			
学 位 記 番 号	甲 第 11 号			
学位授与の日付	平成 31 年 2 月 21 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当			
学位論文主題	沿岸域に生育する樹木の発芽および初期生育における塩水冠水耐性に関する実験的研究			
論文審査委員	（主査）	教授	吉崎 真司	
		教授	宿谷 昌則	
		教授	飯島 健太郎	
		教授	福田 達哉	
		教授	橋本 良二（放送大学岩手学習センター所長／特任教授・岩手大学名誉教授）	

論文内容の要旨

本研究は、我が国の沿岸域に成立する海岸防災林の主要な構成種であるマツ類及び潮風・高潮などの影響を受ける沿岸域に生育する広葉樹を対象として、今後の海岸林の修復や再生、創出にあたって考慮すべき事項として、種子および実生苗の塩水に対する耐性（以下、塩水冠水耐性）に着目し、マツ類と広葉樹を組み合わせる場合の樹種構成や配置等の検討に資する基礎的な知見の蓄積を目的に行った研究をとりまとめたものである。

2011 年の東日本大震災以来、クロマツ（針葉樹）を主とする海岸林では減災機能の向上や病害虫に対する脆弱性を補うため、広葉樹の導入が検討されている。また、生物多様性の保全など環境にも配慮した樹林造成方法として、外部から苗木を持ち込まず、現地で結実した種子や発生した実生を用いた保育管理に対する関心も高まってきている。

過去、日本において樹木の耐塩性の研究として行われてきた実験や調査の多くは潮風に対する影響を検証した事例や耐性について樹種間の順位性を比較したものであり、樹木の耐塩性とは主に葉や枝など地上部の潮風に対する耐性を表現する言葉として用いられていることが多かった。他方、沿岸域では高潮や津波による塩水冠水も発生する。我が国の暖温帯に生育する樹木について、沿岸域で発生する高潮や津波による塩水に冠水した場合の耐性や影響に関する知見は海岸林の造成方法の検討に必要なが、その基礎的知見として、特に種子の発芽や初期生育を対象とした研究例は少ない。

そこで本研究では、津波や高潮による冠水に対する耐性を「塩水冠水耐性」と定義し、樹木の初期生育における生育段階を発芽、出芽実生、幼木に分け、生育段階ごとにクロマツ、アカマツ、広葉樹を対象として塩水冠水が及ぼす影響と塩水冠水による樹種間の耐性の違いについて実験を行い検証した。

本論文は第 1 章～第 7 章で構成されている。

第 1 章から第 3 章では、本研究の背景と目的並びに研究の構成を示し、国内における過去の高潮や津波における樹木の被害状況や国内外の植物の耐塩性に関する研究史について整理した。文献調査により、塩水による影響は樹種ごとに、また生育段階ごとに異なることが明らかになったが、我が国の暖温帯に生育する樹木について、特に種子の段階で塩水に冠水した場合や発芽後の実生の段階で塩水に冠水した場合の生長に及ぼす影響に関する基礎的な知見が不足しており、今後の海岸林の修復や再生、創出にあたって考慮すべき事項とし

て検討が必要であることを指摘した。

第4章では、クロマツとアカマツの種子を対象として、短期的な塩水浸漬が発芽へ及ぼす影響を検証した。その結果 クロマツの種子は海水と同濃度の NaCl 溶液下においては吸水が阻害され発芽することができないことを明らかにすることができた。また、クロマツとアカマツの種子は1~15日間の短期的な塩水浸漬期間において、浸漬期間の長いほど種子内へNaが蓄積すること、発芽の開始が遅延するものの、発芽率が著しく低下するといった影響は受けないことを明らかにすることができた（成果は、海岸林学会誌第16巻第2号(2017)に学術論文として発表した。）。

第5章では、塩水による冠水が発芽後の実生の生長に及ぼす影響に着目し、クロマツとアカマツ、クロマツと広葉樹の種子を用いて塩水浸漬後の出芽および出芽後の生長と実生への塩水浸漬の影響について検証した。その結果、1~15日間の短期的な塩水浸漬期間において、クロマツとアカマツともに5日以上塩水浸漬処理を行った処理区で発芽率が著しく低下すること、また出芽後の生長が抑制され、アカマツはクロマツに比べて地下部の生長が塩水浸漬期間の長いほど抑制されることを明らかにした（成果は、環境情報科学第47巻第4号(2019)に学術論文として発表した。）。一方、クロマツとシャリンバイ、トウネズミモチといった広葉樹を用いた実験では、クロマツよりシャリンバイ、トウネズミモチの方が出芽が抑制される傾向があること、また出芽後の生長が塩水浸漬によって抑制され、クロマツは特に根の生長が塩水浸漬期間の長いほど抑制される傾向があることを明らかにした。

第6章では、クロマツおよび広葉樹の実生および幼木の塩水冠水耐性について塩水を用いた水耕栽培実験を行い塩水に対する耐性評価を試みた。その結果、発芽後約1か月の実生苗ではシャリンバイ、トベラなどの広葉樹に比べてクロマツは根が塩水に浸漬した状態での生存期間が短くなること、一方1~2年生の幼木では根の塩水浸漬後の各器官のイオン含有率からクロマツとトベラの耐塩性がシャリンバイ、マサキに比べて高い傾向にあることを明らかにすることができた。

第7章では、第4章から第6章の研究結果に基づいて、クロマツおよび常緑広葉樹の発芽および初期生育時における塩水冠水耐性の評価を行い、大規模な高潮や津波により冠水した場合の種子の発芽や発芽後の初期生育への影響を考察した。

本研究を通して、

種子への塩水冠水は、長期化するほど種子内にNaが蓄積し代謝が攪乱されると考えられ、その結果、実生の発生数と実生の生長が阻害されることが分かった。また、塩水冠水後の出芽数や実生の生存期間、幼木内のイオン含有率から、耐塩性が高いと言われていた樹種間においても塩水冠水耐性には違いがあり、かつ順位性が存在することを認めることができた。よって、今後より多くの樹種に対して塩水冠水耐性に関する知見を追加していくとともに、光や潮風乾燥など他の環境ストレスに対する耐性に関する基礎的な知見を蓄積することで、沿岸域における汀線から内陸にかけての複合的な嘯ストレスの変化に対応した海岸林の樹種構成や配置について、より詳細な検討と提案が可能となると考えられる。

論文審査の結果の要旨

本研究は、我が国の沿岸域に成立する海岸防災林の主要な構成種であるマツ類及び潮風・高潮などの影響を受ける沿岸域に生育する広葉樹を対象として、今後の海岸林の修復や再生、創出にあたって考慮すべき事項として、種子からの発芽、出芽、実生、幼木という各生育段階における塩水に対する耐性（以下、塩水冠水耐性）に着目し、将来マツ類と広葉樹を組み合わせる海岸林を育成する場合の樹種構成や配置等の検討に資する基礎的な知見の蓄積を目的に行ったものである。

2011 年の東日本大震災以来、クロマツ（針葉樹）を主とする海岸林では減災機能の向上や病害虫に対する脆弱性を補うため、広葉樹の導入が検討されている。また、生物多様性の保全など環境にも配慮した樹林造成法として、現地で結実した種子や発生した実生による成林への関心も高まっている。

過去、日本において樹木の耐塩性の研究として行われてきた実験や調査の多くは潮風に対する影響を検証した事例や耐性について樹種間の順位性を比較したものであり、樹木の耐塩性とは主に葉や枝など地上部の潮風に対する耐性を表現する言葉として用いられることが多かった。他方、沿岸域では高潮や津波による冠水も発生する。我が国の暖温帯に生育する樹木について、沿岸域で発生する高潮や津波に冠水した場合の耐性や影響に関する知見は海岸林の造成方法の検討に必要であるが、その基礎的知見として、特に種子の発芽から幼木に至る初期生育段階を対象とした研究例は少ない。

そこで本研究では、津波や高潮による冠水に対する耐性を「塩水冠水耐性」と定義し、樹木の初期生育における生育段階を発芽、出芽、実生、幼木に分け、生育段階ごとにクロマツ、アカマツ、広葉樹を対象として塩水冠水が及ぼす影響と塩水冠水による樹種間の耐性の違いについて実験を行い検証した。

本論文は第 1 章～第 7 章で構成されている。

第 1 章から第 3 章では、国内における過去の高潮や津波における樹木の被害状況や国内外の植物の耐塩性に関する資料を収集し、研究史として整理した。文献調査により、塩水による影響は樹種ごとに、また生育段階ごとに異なることが明らかになったが、我が国の暖温帯に生育する樹木について、特に種子の段階で塩水に冠水した場合や発芽後の実生の段階で塩水に冠水した場合の生長に及ぼす影響に関する基礎的な知見が不足しており、今後の海岸林の修復や再生、創出にあたって考慮すべき事項として 検討が必要であることを指摘した。

第 4 章では、クロマツとアカマツの種子を対象として、短期的な塩水浸漬が発芽へ及ぼす影響を検証した。その結果、クロマツの種子は海水と同濃度の NaCl 溶液下においては吸水が阻害され発芽することができないことを明らかにした。また、クロマツとアカマツの種子は 1～15 日間の短期的な塩水浸漬期間において、浸漬期間の長いほど種子内へ Na が蓄積すること、発芽の開始が遅延するものの、発芽率が著しく低下するといった影響は受けないことを明らかにした。（成果は、海岸林学会誌第 16 巻第 2 号（2017）に学術論文として発表した。）。

第 5 章では、塩水による冠水が発芽後の実生の生長に及ぼす影響に着目し、クロマツとアカマツ、クロマツと広葉樹の種子を用いて塩水浸漬後の出芽および出芽後の生長と実生への塩水浸漬の影響について検証した。その結果、1～15 日間の短期的な塩水浸漬期間において、クロマツとアカマツともに 5 日以上塩水浸漬処理を行った処理区で発芽率が著しく低下すること、また出芽後の生長が抑制され、アカマツはクロマツに比べて地下部の生長が塩水浸漬期間の長いほど抑制されることを明らかにした（成果は、環境情報科学第 47 巻第 4 号（2019）に学術論文として発表した。）。

一方、クロマツとシャリンバイ、トウネズミモチといった広葉樹を用いた実験では、クロマツよりシャリンバイ、トウネズミモチの方が出芽が抑制される傾向があること、また出芽後の生長が塩水浸漬に

よって抑制され、クロマツは特に根の生長が塩水浸漬期間の長いほど抑制される傾向があることを明らかにした。

第 6 章では、クロマツおよび広葉樹の実生および幼木の塩水冠水耐性について塩水を用いた水耕栽培実験を行い、塩水に対する耐性評価を試みた。その結果、発芽後約 1 か月の実生苗ではシャリンバイ、トベラなどの広葉樹に比べてクロマツは根が塩水に浸漬した状態での生存期間が短くなること、一方 1~2 年生の幼木では根の塩水浸漬後の各器官のイオン含有率からクロマツとトベラの耐塩性がシャリンバイ、マサキに比べて高い傾向にあることを明らかにすることができた。

第 7 章では、第 4 章から第 6 章の研究結果に基づいて、クロマツおよび常緑広葉樹の発芽および初期生育時における塩水冠水耐性の評価を行い、大規模な高潮や津波により冠水した場合の種子の発芽や発芽後の初期生育への影響を考察した。

本研究を通して、

種子への塩水冠水期間が長期化するほど種子内に Na が蓄積し代謝が攪乱されると考えられ、その結果、実生の発生数と実生の生長が阻害されることが分かった。また、塩水冠水後の出芽数や実生の生存期間、幼木内のイオン含有率から、耐塩性が高いと言われていた樹種間においても塩水冠水耐性には違いがあり、かつ順位性が存在することを認めることができた。

よって本論文における一連の研究成果は、今後より多くの樹種に対して塩水冠水耐性に関する知見を追加していくとともに、光や潮風、乾燥など他の環境ストレスに対する耐性に関する基礎的な知見を蓄積することで、沿岸域における汀線から内陸にかけての複合的な環境ストレスの変化に対応した海岸林の樹種構成や配置について、より詳細な検討と提案が可能となる貴重な研究であると評価できる。

以上から本研究論文は、博士(環境情報学)の学位論文に値するものと判断する。

氏 名（本籍）	中島 有美子（東京都）
学 位 の 種 類	博 士（環境情報学）
学 位 記 番 号	甲 第 12 号
学位授与の日付	平成 31 年 2 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文主題	関東以西の太平洋沿岸域における広葉樹海岸林の成立要因に関する研究
論文審査委員	（主査） 教授 吉崎 真司 教授 宿谷 昌則 教授 飯島 健太郎 教授 福田 達哉 教授 鈴木 覚（国立研究開発法人 森林研究・整備機構，森林 総合研究所 森林防災研究領域 気象害・防災林研究室）

論文内容の要旨

本研究はマツ枯れにより衰退したクロマツ海岸林を防災林として修復するにあたり，今後の海岸林の修復の考え方と将来目標の提示を目的としている。本論文は，関東以西の太平洋岸沿岸域の海岸林造成地へ侵入した広葉樹の活用に着目し，広葉樹林の構成種及び林分構造と環境条件との関係を調査・解析した研究の成果をとりまとめたものである。

本論文は，第 1 章から第 4 章により構成されている。

第 1 章では，我が国の海岸林の現状と課題について整理し，課題解決のために海岸林への広葉樹導入技術の確立が必要であることを示した。また，広葉樹導入技術の確立にあたって必要な知見を，主に侵入した広葉樹の活用の観点から既往研究成果を交えて整理した。そして，広葉樹林への誘導技術の確立にあたっては，造成地の環境条件から広葉樹海岸林の成林の可否を判断するとともに，将来の樹林構造を予測するための知見が必要であると結論づけた。

課題を解決するにあたり，本研究では，課題①広葉樹の定着に影響を与える環境要因（土壌，斜面方位，降水量，風環境，汀線からの距離など）は何か，課題②定着後の広葉樹の生長に微地形がどのように関わっているのか，課題③暖温帯域において，侵入した広葉樹の種類・組成に各環境要因がどのように対応しているのか，を明らかにすべき項目として設定した。

第 2 章では，まず課題①広葉樹の定着に影響を与える環境条件について明らかにするために，暖温帯に属する関東以西の太平洋沿岸域においてマツ枯れ跡地を 10 地区選定し，これらを対象に広葉樹海岸林の成立要因（成林のための条件）を検討した。なお，本研究では広葉樹海岸林が成立していることを示す指標（成林の指標）として，防災機能の発揮の観点から胸高断面積（地上 1.2m 高さの樹幹の断面積）と樹高を用いた。その結果，広葉樹海岸林の成林の程度は海側からの風速によって異なり，年間の海側成分の風速が大きい地域ほど，広葉樹の胸高断面積合計値と樹高が小さくなることが確認された。ただし，一部の地区では同様の風環境条件下においても広葉樹の胸高断面積合計値及び樹高に違いがみられた。その理由として，斜面方位，降水量，土性の違いが，海側からの風に起因する飛来塩分や，土壌の乾燥等が広葉樹林へ与える影響を左右しているからではないかと考えられた。また，本研究で定量的に閾値を示すことは出来なかった

が、地上部で 5.5m/s 以上の風が日常的に吹く環境下では、広葉樹林化せずに裸地・草地化する可能性が高いと考えられた。

更に、課題②定着後の広葉樹の生長に微地形がどのように関わっているのかについて明らかにするために、人工砂丘造林地において、対象とした砂丘の汀線からの距離、砂丘斜面の方位別に、マツ枯れ跡地に侵入した広葉樹による樹林化の状況、林分構造、樹種構成の約 10 年間の変化を調査し解析した。その結果、対象地ではクロマツがほぼ消失し、広葉樹林化が進行していたが、樹林の成長は汀線からの距離が近く、汀線側に向いた南向きの砂丘斜面ほど抑制されることが明らかになった。また、樹種構成は汀線側から内陸側に向かって海岸性の低木種から高木種に変化する傾向、樹種構成によって経年の樹高成長量に違いがみられる傾向が確認された対象地においては汀線からの距離と斜面方位が複合的に作用し、侵入した広葉樹の種類と組成、並びに侵入後の樹高成長量に影響を与えていると考えられた。

第 3 章では、課題③暖温帯域において、侵入した広葉樹の種類・組成に各環境要因がどのように対応しているのか明らかにするために、暖温帯に属する関東以西の太平洋側に成立する広葉樹海岸林を 7 地区選定し、それらを対象に、林内に侵入・定着した広葉樹の種類と組成を比較した。また、気象条件・土性・地形条件との関係を解析した。その結果、広葉樹海岸林の種類と組成はいずれも沿岸域に生育するとされるものであったが、地区によって優占種が異なった。優占種の変化に影響を与える条件としては、土性、年降水量、汀線からの距離、比高が抽出できた。このうち、特に土性により優占種は大きく変化し、モチノキ(*Ilex integra* Thunb.)とヤブツバキ(*Camellia japonica* L.)は土壌化の進んだ地区に限定して出現した。また、いずれの広葉樹海岸林においても、汀線側の最前線に主に海岸性の低木種から構成されるマント群落が成立しており、海側からの飛来塩分や飛砂から高木性の樹種を保護する役割を担っていると考えられた。なお本章の成果は、日本緑化工学会誌第 42 巻第 1 号(2016)及び日本緑化工学会誌第 43 巻第 4 号(2018)に学術論文として発表した。

第4章では、第3章までで得られた成果を総括し、種々の条件からみた広葉樹海岸林の樹林目標の設定についての提案を行った。侵入した広葉樹を活用して広葉樹海岸林を造成するにあたり、第一に海岸林造成地の風環境条件に基づいて成林の可否を検討し、成林が困難と考えられる場所にはクロマツ海岸林の再生を目指す必要があるとした。また、成林が可能であり広葉樹海岸林への誘導を目指す場所の場合で、平坦地では汀線からの距離、砂丘地では砂丘斜面の向きに応じて成林の程度に違いが生じること、更に土性によって大きく優占種が変わることから、成林条件の中でも、特に地形と土性に応じた樹林目標の設定の考え方を示した。

本研究を通して、暖温帯に属する関東以西の太平洋沿岸域において、マツ枯れにより衰退したクロマツ海岸林を防災林として修復する場合の考え方と将来目指すべき樹林目標を提示することができた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、関東以西の太平洋沿岸域を対象として、マツ枯れにより衰退したクロマツ海岸林を防災林として修復する手法の一つとして、林内に侵入した広葉樹の活用に着目し、海岸林造成地における広葉樹林の構成種及び林分構造と樹林の成立要因との関係を明らかにすることで、今後の海岸林の修復の考え方と将来目標の提示を目的とした研究の成果をとりまとめたものである。

本論文は、第1章から第4章により構成されている。

第1章では、我が国の海岸林の現状と課題について整理し、課題解決のために海岸林への広葉樹導入技術の確立が必要であることを示した。また、広葉樹導入技術の確立にあたって必要な知見を、主に侵入した広葉樹の活用の観点から既往研究成果を交えて整理した。そして、広葉樹林への誘導技術の確立にあたっては、造成地における樹林の成立条件から広葉樹海岸林の成林の可否を判断するとともに、将来の林型を予測するための知見が必要であると結論づけた。

課題を解決するにあたり、本研究では以下に示す3項目の目標を設定した。

- 課題①：広葉樹の定着に影響を与える環境要因（土壌、斜面方位、降水量、風環境、汀線からの距離など）は何かを明らかにすること。
- 課題②：定着後の広葉樹の生長に微地形がどのように関わっているのかを明らかにすること。
- 課題③：暖温帯域において、侵入した広葉樹の種類・組成に各環境要因がどのように対応しているのかを明らかにすること。

第2章では、「課題①：広葉樹の定着に影響を与える条件と、定着後の広葉樹の生長に微地形がどのように関わっているのか。」について明らかにするために、暖温帯に属する関東以西の太平洋沿岸域におけるマツ枯れ跡地を10地区選定し、これらを対象に広葉樹海岸林の成立要因（成林のための条件）を検討した。なお、本研究では広葉樹海岸林が成立していることを示す指標（成林の指標）として、防災機能の発揮の観点から胸高断面積（地上1.2m高さの樹幹の断面積）と樹高を用いた。その結果、広葉樹海岸林の成林の程度は海側からの風速によって異なり、年間の海側成分の風速が大きい地域ほど、広葉樹の胸高断面積合計値と樹高が小さくなることが確認された。ただし、一部の地区では同様の風条件下においても広葉樹の胸高断面積合計値及び樹高に違いがみられた。その理由として、斜面方位・降水量・土性の違いが、海側からの風に起因する広葉樹の塩害や乾燥害等の程度を左右しているからではないかと考えられた。また、本研究で定量的に閾値を示すことは出来なかったが、地上部で5.5mは以上の風が日常的に吹く環境下では、広葉樹林化せずに裸地・草地化する可能性が高いと考えられた。

更に、「課題②：定着後の広葉樹の生長に微地形がどのように関わっているのか。」を明らかにするために、人工砂丘造林地において、対象とした砂丘の汀線からの距離、砂丘斜面の方位と傾斜別に、マツ枯れ跡地に侵入した広葉樹による樹林化の状況、林分構造、樹種構成の約10年間の変化を調査し解析した。その結果、対象地ではクロマツがほぼ消失し、広葉樹林化が進行していたが、樹林の成長は汀線からの距離が近く、汀線側に向いた南向きの砂丘斜面ほど抑制されることが明らかになった。また、樹種構成は汀線側から内陸側に向かって海岸性の低木種から高木種に変化する傾向が確認され、樹種構成によって経年の樹高成長量に違いがみられた。対象地においては汀線からの距離と斜面方位が複合

的に作用し、侵入した広葉樹の種類と組成並びに侵入後の樹高成長量に影響を与えていると考えられた。

第3章では、「課題③：暖温帯域において、侵入した広葉樹の種類・組成に各環境要因がどのように対応しているのか。」を明らかにするために、暖温帯に属する関東以西の太平洋側に成立する広葉樹海岸林を7地区選定し、それらを対象に、林内に侵入・定着した広葉樹の種類と組成、並びに林分構造を比較した。また、気象条件・土性・地形条件との関係を解析した。その結果、広葉樹海岸林の種類と組成はいずれも沿岸域に生育するとされるものであったが、地区によって優占種が異なった。優占種の変化に影響を与える条件としては、土性、年降水量、汀線からの距離、比高が抽出できた。このうち、特に土性により優占種は大きく変化し、モチノキ(*Ilex integra* Thunb.)とヤブツバキ(*Camellia japonica* L.)は土壌化の進んだ地区に限定して出現した。また、いずれの広葉樹海岸林においても、汀線側の最前線に主に海岸性の低木種から構成されるマント群落が成立しており、海側からの飛来塩分や飛砂から高木性の樹種を保護する役割を担っていると考えられた。なお本章の成果は、日本緑化工学会誌第42巻第1号(2016)及び日本緑化工学会誌第43巻第4号(2018)に学術論文として発表した。

第4章では、第3章までで得られた成果を総括し、種々の条件からみた広葉樹海岸林の樹林目標の設定についての提案を行った。侵入した広葉樹を活用して広葉樹海岸林を造成するにあたり、第一に海岸林造成地の風環境条件に基づいて成林の可否を検討し、成林が困難と考えられる場所にはクロマツ海岸林の再生を目指す必要があるとした。また、成林が可能であり広葉樹海岸林への誘導を目指す場所の場合で、平坦地では汀線からの距離、砂丘地では砂丘斜面の向きに応じて成林の程度に違いが生じること、更に土性によって大きく優占種が変わることから、成林条件の中でも、特に地形及び土性に応じた樹林目標の設定の考え方を示した。

本研究を通して、我が国の暖温帯に属する関東以西の太平洋沿岸域において、マツ枯れにより衰退したクロマツ海岸林を防災林として修復する場合の考え方と、広葉樹の活用を含めた将来目指すべき樹林目標を提示することができた。

このような暖温帯に属する関東以西の沿岸域に成立する広葉樹海岸林を対象として、種組成や樹林構造のみではなく、樹林が成立する環境要因にまで含めた研究は例がなく、今後南海トラフ地震とそれに伴う津波が懸念されている地域における海岸防災林の樹林目標の設定や構築に関して、大変有意義な知見を提供する貴重な論文であると評価される。

以上から本研究論文は、博士（環境情報学）の学位論文に値するものと判断する。